Gouvernement du Canada
Government of Canada

Service canadien des forêts
Canadian Forestry Service

Régénération dans une forêt feuillue tolérante aménagée selon la coupe sélective

G. LaRocque

Rapport d'information PI-X-50F
Institut forestier national de Petawawa

87-03782/

INSTITUT FORESTIER NATIONAL DE PETAWAWA

Le mandat de l'Institut forestier national de Petawawa, comme celui des autres établissements du Service canadien des forêts, est de promouvoir une meilleure gestion et une utilisation plus rationnelle des ressources forestières du Canada, pour le bien économique et social de tous les Canadiens. Les objectifs des activités des programmes menés à l'institut appuient ce mandat à travers la découverte, le développement, la démonstration, l'application et le transfert des innovations. En tant qu'institut national, il doit s'attacher à des problèmes qui débordent le cadre régional ou qui nécessistent des compétences particulières de même qu'un équipement non disponible aux installations régionales du Service canadien des forêts. La plupart du temps, ses recherches sont effectuées en étroite collaboration avec le personnel des centres régionaux ou des services forestiers des provinces. Les projets de recherche et les services techniques de l'institut sont regroupés sous six principales activités:

GÉNÉTIQUE FORESTIÈRE ET BIOTECHNOLOGIE – Ce programme encadre des projets sur la génétique forestière, la microbiologie, la micropropagation, la génétique moléculaire et la recherche sur les semences. Il comprend également les services à la clientèle et la banque de semences du Centre national de semences forestières. Ce centre existe depuis longtemps et est lié à plusieurs organismes internationaux.

SYSTÈMES D'AMÉNAGEMENT FORESTIER – Ce programme intègre en recherche et développement, des projets sur les incendies de forêt, la télédétection, la météorologie, la modélisation, la croissance et la récolte, et le RIMA. Il permet ainsi l'élaboration et la démonstration de systèmes d'aménagement forestier.

STATISTIQUES NATIONALES SUR LA RESSOURCE FORESTIÈRE – Communément appelé FORSTATS, ce programme assure la coordination de l'acquisition, de la normalisation et de la publication de statistiques nationales sur les forêts du Canada. Il est aussi chargé de répondre aux demandes de renseignements de la clientèle.

SYSTÈMES DE DONNÉES FORESTIÈRES – Ce programme fournit la compétence et les systèmes informatisés nécessaires à la gestion des données acquises dans le cadre de FORSTATS et des projets de recherche à l'IFNP. Il comprend en outre un service de consultation en informatique pour les hauts fonctionnaires du SCF.

COMMUNICATIONS – Ce programme regroupe les activités de la bibliothèque et des projets touchant la sensibilisation du public, l'information, la rédaction-révision et les publications. L'institut reçoit plus de 20 000 visiteurs chaque année. Le Centre d'accueil, des visites autoguidées et un programme éducatif complet sont ouverts à tous. C'est à l'IFNP que l'on trouve l'entrepôt national de toutes les publications scientifiques du SCF.

LA FORÊT EXPÉRIMENTALE – Outre des peuplements naturels où l'on applique divers traitements dans le cadre de projets de recherche en sylviculture, la Forêt de Petawawa, mesurant 98 km^2, comprend de vastes superficies de plantations âgées de plus de 60 ans. Ces plantations expérimentales permettent d'obtenir des données sur la croissance et la récolte à la suite d'expériences de culture. Elles fournissent du matériel génétique dont le lignage est répertorié, et se révèlent de plus en plus utiles pour les études sur la micropropagation et la génétique moléculaire. La forêt permet également de mettre à l'essai des stratégies d'aménagement forestier à court et à long terme.

RÉGÉNÉRATION DANS UNE FORÊT FEUILLUE TOLÉRANTE AMÉNAGÉE SELON LA COUPE SÉLECTIVE

Rapport d'information PI-X-50F

G. LaRocque

Institut forestier national de Petawawa
Service canadien des forêts
Chalk River (Ontario)
1986

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1986
N° de catalogue Fo46-11/50-1986F
ISSN 0228-0736
ISBN 0-662-94036-9

Des exemplaires de cette publication peuvent être obtenus à l'adresse suivante:

Centre d'information technique et de distribution
Institut forestier national de Petawawa
Service canadien des forêts
Chalk River (Ontario)
K0J 1J0

Téléphone: (613) 589-2880

This publication is also available in English under the title **Regeneration in a tolerant hardwood stand managed under single-tree selection.**

Table des matières

v	Résumé/Abstract
1	Introduction
1	Matériel et méthodes
1	Emplacement et nature des peuplements
1	Historique de l'étude
4	Inventaire de régénération
4	Analyse
4	Résultats et discussion
4	Groupement par classe de taille
8	Effets des traitements sur le nombre de semis
8	Groupe de la régénération
8	Groupe des semis établis
13	Effets des traitements sur la régénération
13	Nombres de semis suivant l'espèce et la classe de taille
13	Érable à sucre
13	Hêtre à grandes feuilles
14	Tilleul d'Amérique
14	Bouleau jaune
14	Autres espèces
15	Sommaire et conclusions
15	Remerciements
16	Références

RÉSUMÉ

Un inventaire de regénération a été effectué dans une forêt feuillue tolérante aménagée selon la coupe sélective. Le but était d'évaluer la régénération et de déterminer si différentes intensités de traitement de coupe sélective (volume résiduel: 140 et 210 m^3/ha; diamètre maximum: 40 et 50 cm; rotation: 5 et 10 ans) ont un impact sur la densité des semis. Les analyses ont montré que les interactions des traitements sont plus importantes que leurs effets seuls. Il a été trouvé que le plus grand nombre de semis dans le groupe établi peut être obtenu à partir de la combinaison suivante de traitements: volume résiduel de 140 m^3/ha, diamètre maximal de 40 cm et rotation de 5 ans. De plus, la distribution des semis est influencée seulement par le volume résiduel et les meilleurs pourcentages ont été obtenus avec 140 m^3/ha. La régénération est composée principalement d'érable à sucre (Acer saccharum Marsh.). Le hêtre (Fagus grandifolia Ehrh.), l'érable rouge (Acer rubrum L.), et le tilleul (Tilia americana L.) ont de bonnes densités, mais moins que l'érable à sucre. Dix autres espèces ont été trouvées, mais en moins grande abondance.

ABSTRACT

A regeneration survey was made in a tolerant hardwood stand managed by single-tree selection. Regeneration was assessed to determine whether different treatments within the single tree selection method (residual volume: 140 and 210 m^3/ha; maximum diameter: 40 and 50 cm; cutting cycle: 5 and 10 years) have an effect on seedling density and distribution. Analysis showed that interactions of treatments are more important than each individually. It was found that the highest number of seedlings in the established group can be obtained with the following combination of treatments: residual volume of 140 m^3/ha, maximum diameter of 40 cm, and cutting cycle of 5 years. Furthermore, the distribution of seedlings was found to be influenced only by the residual volume treatment, and best percentages were obtained with 140 m^3/ha. The regeneration is composed mainly of sugar maple (Acer saccharum Marsh.). Beech (Fagus grandifolia Ehrh.), red maple (Acer rubrum L.), and basswood (Tilia americana L.) are found at lower densities. Ten other species were found, but they were sparsely distributed.

RÉGÉNÉRATION DANS UNE FORÊT FEUILLUE TOLÉRANTE AMÉNAGÉE SELON LA COUPE SÉLECTIVE

INTRODUCTION

La régénération déterminant dans une large mesure la composition future d'une forêt, il est essentiel de bien la connaître pour assurer un aménagement efficace. Selon Barret et al. (1962), les opérations qui modifient la densité d'un peuplement entraînent des changements de la température et de l'humidité du sol ainsi que de la température de l'air au sein du peuplement. Ces changements peuvent ensuite influer sur la composition du peuplement. En effet, des études ont démontré qu'une coupe partielle peut accroître la diversité des espèces (McClenahen et Hutnik, 1979; Curtis et Rushmore, 1958; Godman et Tubbs, 1973; Hett et Loucks, 1971; Hough, 1937 et 1953; Metzger et Tubbs, 1971; Richards et Farnsworth, 1971). Barden (1979) estime que même si les espèces intolérantes et moyennement tolérantes peuvent s'établir immédiatement après une coupe partielle, elles ne survivent pas longtemps.

Le but de cette étude est d'évaluer la régénération s'établissant dans une forêt feuillue tolérante aménagée selon la coupe sélective. De plus il sera tenté d'évaluer si différents régimes de coupe ont un effet sur la densité de la régénération et la composition spécifique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Emplacement et nature des peuplements

L'étude a été réalisée sur un territoire de 24,3 ha peuplé de feuillus tolérants à l'Institut forestier national de Petawawa (figure 1). Ce territoire est localisé dans la section forestière du Centre de l'Outaouais (L.4c) qui fait partie de la région forestière des Grands-lacs et du Saint-Laurent (Rowe, 1972). Le sol est un sable loameux, brun, podzolique, et d'origine glaciaire. Le régime hydrique est de prédominance frais (<<fresh>>, selon la terminologie de Hill [1952]), mais est localement humide ou très humide (Berry, 1978). La moyenne journalière de la température est 4,3°C, et la hauteur totale des précipitations est 821,7 mm (Canadian Climate Program, 1982).

La liste des essences présentes dans la zone d'étude est donnée au tableau 1. L'érable à sucre et le hêtre à grandes feuilles forment environ 40 % des arbres mesurant plus de 10 cm de diamètre à hauteur de poitrine (dhp). Environ 25 % est composé du bouleau jaune, du tilleul d'Amérique et de l'ostryer de Virginie.

Historique de l'étude

Des recherches ont été effectuées dans cette zone d'étude depuis 1956 par Berry (1963, 1981). En gros, ces recherches visent à déterminer l'effet sur la croissance de la méthode d'aménagement par coupe sélective appliquée suivant trois traitements différents et à deux intensités pour chaque

Figure 1. Photographies du peuplement et de la régénération. a) et b) photographies faisant voir la variabilité de la régénération. c) un tapis de semis. Comme on le précise dans le texte, la régénération se compose principalement d'érable à sucre.

a

b

c

Tableau 1. Essences présentes dans la zone d'étude

Essence	Nom scientifique
Érable à sucre	Acer saccharum Marsh.
Hêtre à grandes feuilles	Fagus grandifolia Ehrh.
Bouleau jaune	Betula alleghaniensis Britton
Tilleul d'Amérique	Tilia americana L.
Ostryer de Virginie	Ostrya virginiana (Mill.) K.
Érable rouge	Acer rubrum L.
Bouleau à papier	Betula papyrifera Marsh.
Peuplier à grandes dents	Populus grandidentata Michx.
Frêne noir	Fraxinus nigra Marsh.
Frêne blanc	Fraxinus americana L.
Peuplier faux-tremble	Populus tremuloides Michx.
Orme d'Amérique	Ulmus americana (L.)
Chêne rouge	Quercus rubra L.
Pin blanc	Pinus strobus L.
Sapin baumier	Abies balsamea (L.) Mill.
Pruche du Canada	Tsuga canadensis (L.) Carr.
Épinette blanche	Picea glauca (Moench) Voss
Pin rouge	Pinus resinosa Ait.

Tableau 2. Conditions de traitement de chaque compartiment (selon Berry, 1978)

Compartiment	Volume résiduel (m^3/ha)	Diam. max. (cm)	Rotation (ans)	Désignation
1	210	50	5	210-50-5
2	210	40	10	210-40-10
3	140	50	5	140-50-5
4	140	40	10	140-40-10
5	140	40	5	140-40-5
6	210	50	10	210-50-10
7	210	40	5	210-40-5
8	140	50	10	140-50-10

traitement: 1) volume résiduel après la coupe (140 et 210 m^3/ha); 2) diamètre maximal (dhp de 40 et 50 cm), et 3) rotation (5 et 10 ans). Berry s'est également efforcé de maintenir une courbe de distribution des diamètres qui ressemblerait à un J inversé. Une combinaison différente de conditions de traitement a été appliquée dans chacun des huit compartiments qui ont été délimités dans la zone d'étude (tableau 2).

Dans chaque compartiment, huit parcelles permanentes, certaines circulaires et les autres rectangulaires, d'une superficie totale de 0,65 ha, ont été établies pour l'échantillonnage. La méthode d'inventaire de Berry (1981) a consisté à mesurer le diamètre à hauteur de poitrine de tous les arbres vivants de taille marchande (dhp supérieur à 8,9 cm), puis, à l'aide des tarifs de cubage locaux, à calculer le volume. Des tables de volume locales présentant le nombre d'arbres par espèce et par classe de diamètre ont ensuite été préparées. Par ailleurs, les arbres plus petits ont été dénombrés par classes de diamètre pour chaque espèce, et le nombre de semis établis a été estimé.

Inventaire de régénération

Un inventaire de la régénération a été effectué en août 1982. L'échantillonnage comprenait les semis mesurant moins de 1,25 cm de diamètre à hauteur de poitrine. Sept classes de hauteur de 0,5 m d'intervalle ont été définies (tableau 3), et le nombre de semis dans chaque classe a été déterminé.

Dans les parcelles circulaires, on a délimité pour l'échantillonnage une sous-parcelle rectangulaire de 2 m x 8 m subdivisée en 16 sections. L'emplacement de chaque sous-parcelle a été choisi au hasard par détermination d'un angle d'azimut et d'une distance du centre de la parcelle (figure 2). Dans le cas des parcelles rectangulaires, les sous-parcelles ont été établies selon des coordonnées rectangulaires choisies au hasard. La superficie totale des sous-parcelles dans chaque compartiment est de 128 m^2.

Dans chaque sous-parcelle rectangulaire, trois sections de 1 m^2 ont également été choisies au hasard parmi les 16 sections, et les semis des classes 0, 1 et 2 ont été comptés seulement dans ces sections. Ceux des classes 3 à 6 ont été dénombrés sur toute l'étendue de la sous-parcelle (16 m^2).

Analyse

Les données ont été évaluées par analyse de la variance (plan factoriel) et des corrélations. En raison de la nature des données (fréquences), elles ont été transformées selon la formule $\sqrt{X + 0,5}$.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Groupement par classe de taille

Au tableau 4 sont indiqués les nombres de semis par hectare relevés pour chaque classe, combinaison de conditions de traitement et espèce. On constate

Tableau 3. Classes de hauteur pour l'inventaire de la régénération

Intervalle (m)	N° de la classe	Milieu de la classe (m)
2,75 - 3,24	6	3,00
2,25 - 2,74	5	2,50
1,75 - 2,24	4	2,00
1,25 - 1,74	3	1,50
0,75 - 1,24	2	1,00
0,25 - 0,74	1	0,50
<0,25	0	

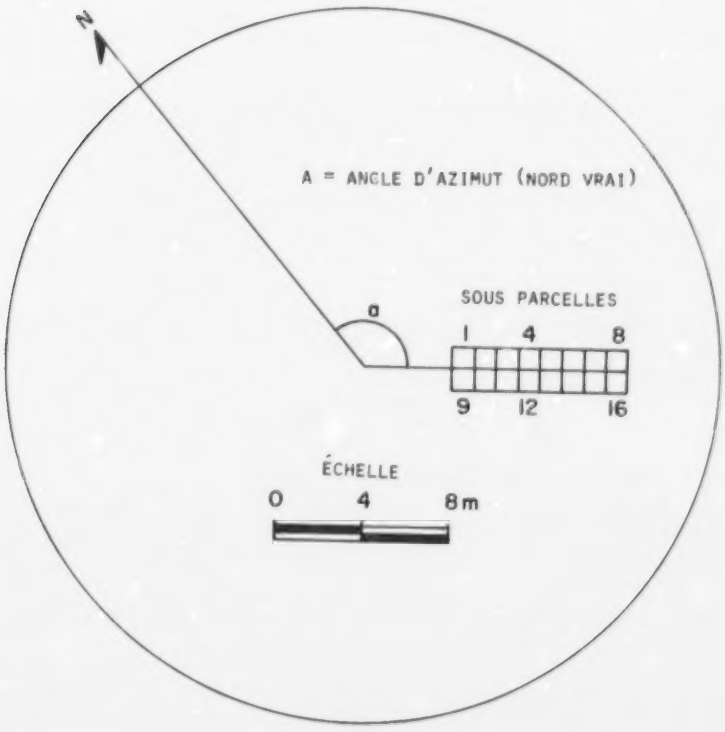

Figure 2. Détermination au hasard de l'angle d'azimut et de la distance du centre de chaque parcelle circulaire.

Tableau 4. Nombre de semis (milliers/ha) par espèce, compartiment et classe de taille

Classe	Conditions de traitement	Érable à sucre	Érable rouge	Bouleau jaune	Hêtre	Tilleul	Frêne noir	Frêne blanc	Chêne rouge	Pin blanc	Épinette blanche	Sapin baumier	Pruche du Canada	Orme	TOTAL
	210-50-5	97*	2	3	9	2	0	2	0	0,8	0	2	0,8	0	118,6
	210-40-10	91	10	0	7	4	15	0	0,4	1	0	7	0	0	135,4
	140-50-5	93	3	0,4	2	4	45	0	0	0	0	0	0	0,8	148,2
0	140-40-10	154	0,4	0	0,8	0,4	0	15	0	0	0	9	0	0,4	180,0
	140-40-5	109	5	0	2	1	8	3	0	0	0,4	2	0	0	130,4
	210-50-10	90	6	1	8	2	5	7	0	0	0	0,8	0	0	119,8
	210-40-5	54	2	0	3,8	0,4	2	1	0,4	0	0	1	0	0	64,6
	140-50-10	23	7	0	0	0,8	0	0,8	1	0,4	0	6	0	0	39,0
	210-50-5	13	0,4	2	6	0,4	0	0	0	0	0	0,4	2	0	24,2
	210-40-10	3	0	0	1	0,4	0	0	0	0	0	2	0,4	0	6,8
	140-50-5	13	0,4	0,4	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	14,2
1	140-40-10	9	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	2	0	0	11,8
	140-40-5	14	0	0	0,8	0,8	3	0	0	0	0	0	0	0	18,6
	210-50-10	35	0,8	0,4	0,8	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	37,4
	210-40-5	8	0	0	0	0,8	0,4	0	0	0	0	3	0	0	12,2
	140-50-10	5	0,8	0	0	0	0	0,8	0,4	0	0	3	0	0	10,0
	210-50-5	3	0	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	5,4
	210-40-10	0,8	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	1,6
	140-50-5	2	0	0	0,4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3,4
2	140-40-10	3	0	0	0	0,8	0	0,4	0	0	0	0	0	0	4,2
	140-40-5	5	0	0	0,4	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2
	210-50-10	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
	210-40-5	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	1,2
	140-50-10	0,8	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	1,2
	210-50-5	0,5	0	0,1	0,8	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
	210-40-10	0,2	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,9
	140-50-5	1	0	0	0,2	0,8	0,1	0	0	0	0	0	0	0,2	2,3
3	140-40-10	1	0	0	0	0,6	0	0,2	0	0	0	0	0	0	1,8

Tableau 4 (suite)

Classe	Conditions de traitement	Érable à sucre	Érable rouge	Bouleau jaune	Hêtre	Tilleul	Frêne noir	Frêne blanc	Chêne rouge	Pin blanc	Épi-nette blanche	Sapin baumier	Pruche du Canada	Orme	TOTAL
	140-40-5	2	0	0	0,1	0,6	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	3,0
	210-50-10	0,9	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0	0	1,2
	210-40-5	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
	140-50-10	0,1	0,2	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,9
	210-50-5	0,4	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8
	210-40-10	0,1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4
	140-50-5	0,3	0,1	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8
4	140-40-10	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,6
	140-40-5	1	0	0,1	0	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0	0	1,5
	210-50-10	0,3	0	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,5
	210-40-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	140-50-10	0,5	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0,8
	210-50-5	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
	210-40-10	0,2	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
	140-50-5	0,3	0	0	0,3	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,9
5	140-40-10	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
	140-40-5	0,6	0	0,1	0	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0	0	1,3
	210-50-10	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
	210-40-5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
	140-50-10	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
	210-50-5	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
	210-40-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	140-50-5	0,6	0	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,9
6	140-40-10	0,3	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,5
	140-40-5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
	210-50-10	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
	210-40-5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
	140-50-10	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1

*Les nombres sont arrondis à la centaine la plus près ou, dans le cas des nombres supérieurs à 1000, au millier le plus près.

que les nombres diminuent rapidement dans les classes de hauteur. La figure 3 permet de mieux voir la réduction des nombres de semis: elle est très marquée pour les classes 0, 1 et 2 (0,125, 0,50 et 1,00 m de hauteur), mais plus graduelle pour les classes supérieures. Il a été décidé de réunir les trois classes inférieures en un groupe appelé groupe de la régénération et de former un autre groupe avec les classes supérieures, ce dernier groupe étant appelé groupe des semis établis (tableau 5).

Effets des traitements sur le nombre de semis

Groupe de la régénération

Au tableau 6 est présenté le tableau des interactions pour le nombre total de semis du groupe de la régénération (toutes les espèces). Aucune condition de traitement n'a influé de façon significative sur le nombre de semis, mais les interactions volume résiduel-diamètre maximal et rotation-diamètre maximal ont eu un effet.

Dans le cas de l'interaction volume résiduel-diamètre maximal, quand le volume résiduel est de 140 m^3/ha, on peut voir que le nombre de semis est plus élevé pour 40 cm de diamètre maximal que pour 50 et que c'est le contraire quand le volume résiduel est de 210 m^3/ha. En ce qui concerne l'interaction rotation-diamètre maximal, quand le diamètre maximal est de 40 cm, le nombre de semis est plus élevé à une rotation de 10 ans qu'à une de 5 ans et quand le diamètre maximal est de 50 cm, c'est le contraire.

Il semblerait donc que pour maximiser le nombre de semis, dans les conditions de l'expérience, il est préférable d'employer les combinaisons suivantes: 140-40-10 et 210-50-10. Plus de semis sont cependant obtenus avec la première combinaison.

Groupe des semis établis

Le tableau des interactions pour ce groupe est présenté au tableau 7. Le volume résiduel et la rotation ont individuellement eu un effet significatif sur le nombre de semis. Toutefois, leur effet individuel a moins d'importance à cause des interactions: en effet, les interactions volume résiduel-rotation et volume résiduel-diamètre maximal sont toutes deux significatives.

L'interaction volume résiduel-rotation semble indiquer la production d'un plus grand nombre de semis aux deux rotations quand le volume résiduel est de 140 m^3/ha plutôt que de 210 m^3/ha. L'interaction volume résiduel-diamètre maximal semble également indiquer une production plus élevée de semis aux deux diamètres maximaux quand le volume résiduel est de 140 m^3/ha. Toutefois, c'est le traitement 140-40-5 qui a produit le nombre maximal de semis. Un volume résiduel plus faible a comme effet direct la création d'un peuplement plus clair. On pense que la plus grande quantité de lumière atteignant le sol expliquerait la survie supérieure des semis observée lorsque le volume résiduel est de 140 m^3/ha. Par ailleurs, une rotation de 5 ans semble favoriser une plus grande densité de semis en maintenant des conditions plus dégagées. Par contre, c'est une autre combinaison qui a été trouvée supérieure pour le groupe de la régénération. Néanmoins, il est préférable de recourir à la meilleure combinaison pour le groupe des semis établis même si

Figure 3. Nombre de semis par hectare en fonction de la classe de hauteur (moyennes des huit compartiments).

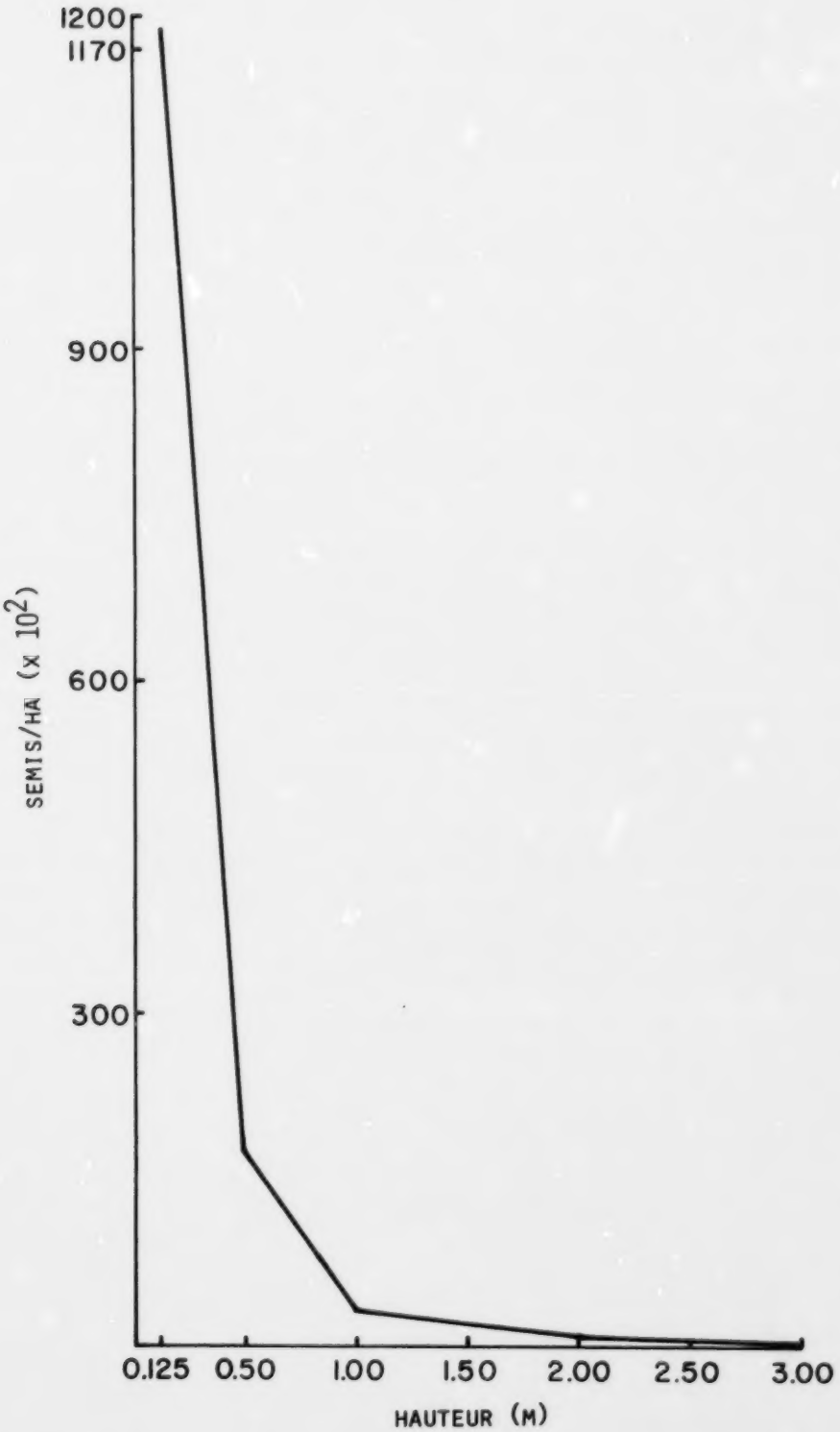

Tableau 5. Nombre de semis (milliers/ha) par espèce et compartiment pour le groupe de la régénération (A) et celui des semis établis (B)

Classe	Conditions de traitement	Érable à sucre	Érable rouge	Bouleau jaune	Hêtre	Tilleul	Frêne noir	Frêne blanc	Chêne rouge	Pin blanc	Épinette blanche	Sapin baumier	Pruche du Canada	Orme	TOTAL
A*	210-50-5	113	2,4	5,8	15,8	2,4	0	2	0	0,8	0	2,4	3,6	0	148,2
	210-40-10	94,8	10	0	8,4	4,4	15	0	0,4	1	0	9	0,8	0	143,8
	140-50-5	108	3,4	0,8	2,4	4	46	0	0	0	0	0	0	0,8	165,8
	140-40-10	166	0,4	0	0,8	1,2	0	16,2	0	0	0	11	0	0,4	196,0
	140-40-5	128	5	0	3,2	2,6	11	3	0	0	0,4	2	0	0	155,2
	210-50-10	125,4	6,8	1,4	8,8	2	5,4	7	0	0	0	0,8	0	0	157,6
	210-40-5	62,8	2	0	3,8	1,2	2,4	1	0,4	0	0	4,4	0	0	78,0
	140-50-10	28,8	7,8	0	0	0,8	0	1,6	1,8	0,4	0	9	0	0	50,2
B	210-50-5	1,1	0	0,1	1,4	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7
	210-40-10	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,1	1,6
	140-50-5	2,2	0,1	0	0,8	1,2	0,3	0	0	0	0	0	0	0,1	4,7
	140-40-10	1,8	0	0	0	0,8	0	0,6	0	0	0	0	0	0	3,2
	140-40-5	3,8	0	0,2	0,1	1,1	0,8	0	0	0	0	0,1	0	0	6,1
	210-50-10	1,4	0	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0,1	0,1	0	0	2,0
	210-40-5	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6
	140-50-10	0,9	0,3	0	0,1	0,3	0	0	0,1	0	0	0,4	0	0	2,1

*A: groupe de la régénération; B: semis établis

Tableau 6. Nombres totaux moyens de semis (toutes les classes)

a) Tableau des interactions

Rotation (ans)	Diamètre maximal (cm)	Volume résiduel 210 m³/ha (semis/ha)	Volume résiduel 140 m³/ha (semis/ha)
5	50 cm	148 200	165 800
	40 cm	78 000	155 200
10	50 cm	157 600	50 200
	40 cm	143 800	196 000

b) Analyse de la variance

Source de variation	Degré de liberté	F	Signification
Effet principal			
Volume résiduel (B)	1	0,002	N.S.
Rotation (C)	1	0,028	N.S.
Diamètre maximal (D)	1	0,464	N.S.
Interactions de premier ordre			
B X C	1	1,601	N.S.
B X D	1	4,400	S*
C X D	1	5,036	S*
Interactions de second ordre			
B X C X D	1	0,779	N.S.
	7		
Erreur	56		
	63		

*Significatif pour P = 0,10

$F_{0,10}[1, 56] = 2,8$

Tableau 7. Nombres totaux moyens des semis établis

a) Tableau des interactions

Rotation (ans)	Diamètre maximal (cm)	Volume résiduel 210 m³/ha (semis/ha)	Volume résiduel 140 m³/ha (semis/ha)
5	50 cm	2700	4700
	40 cm	600	6100
	50 cm	2000	2100
	40 cm	1600	3200

b) Analyse de la variance

Source de variation	Degré de liberté	F	Signification
Effets principaux			
Volume résiduel (B)	1	20,420	S*
Rotation (C)	1	3,000	S*
Diamètre maximal (D)	1	0,453	N.S.
Interactions de premier ordre			
B X C	1	5,697	S*
B X D	1	3,182	S*
C X D	1	2,306	N.S.
Interactions de second ordre			
B X C X D	1	0,243	N.S.
	7		
Erreur	56		
	63		

*Significatif pour P = 0,10

$F_{0.10}[1, 56] = 2,8$

Tableau 8. Densité des semis établis, par compartiment

Rotation (ans)	Diamètre maximal (cm)	Volume résiduel 210 m³/ha Compart.	%	Volume résiduel 140 m³/ha Compart.	%
5	50 cm	1	75,0	3	100,0
	40 cm	7	50,0	5	100,0
	50 cm	6	62,5	8	100,0
	40 cm	2	87,5	4	100,0

le nombre de semis obtenus dans la classe de la régénération est moindre (tableau 6).

Effets des traitements sur la régénération

La distribution des semis établis dans les compartiments a été évaluée d'après le nombre de parcelles de 16 m^2 repeuplées, c.-à-d. renfermant au moins un semis établi de n'importe quelle espèce. Le degré de repeuplement d'un compartiment correspond au pourcentage des parcelles repeuplées (tableau 8). Il varie considérablement. Les compartiments pour lesquels on a obtenu 100 % (140-50-5, 140-40-10, 140-40-5, 140-50-10) avaient un volume résiduel de 140 m^3/ha, celui-là même qui a été jugé préférable pour l'obtention d'un nombre maximal de semis établis.

L'estimation de la distribution de la régénération établie est assez grossière; par conséquent, le niveau satisfaisant de repeuplement devrait être d'au moins 75 %, ce qui signifie qu'au moins six des huit parcelles dans chaque compartiment devraient contenir au moins un semis. Dans deux compartiments le repeuplement a été trouvé inférieur à ce niveau.

Nombres de semis suivant l'espèce et la classe de taille

Les nombres de semis par hectare pour chaque classe, compartiment et espèce sont présentés au tableau 4.

Érable à sucre

C'est l'espèce qui compte le plus grand nombre de semis dans tous les compartiments. En outre, les cinq premières classes de taille sont représentées dans chacun, et la classe 6 est absente uniquement pour la combinaison 210-40-10.

Dans les classes 0 à 2, c'est l'espèce qui compte le plus grand nombre de semis, et dans la classe 3, elle se classe au deuxième rang. Nous pouvons observer une diminution graduelle du nombre de semis des classes 0 à 6. Ces résultats correspondent à la tendance observée par d'autres auteurs, soit que la régénération de l'érable à sucre s'obtient facilement par la coupe partielle (Bray, 1956; Fowells, 1965; Kelty et Nyland, 1981; Metzger et Tubbs, 1971; Tubbs et Metzger, 1969).

Hêtre à grandes feuilles

Les nombres de semis de cette espèce sont élevés dans les classes 0, 1, 2 et 3. Les semis de hêtre sont plus rares dans les classes 4 à 6. Étant donné les nombres élevés de semis dans les quatre premières classes, la régénération de cette espèce à cet endroit ne paraît pas difficile. D'après Fowells (1965), les semis de hêtre préfèrent les petites trouées protégées pour leur développement. Dans une communauté de ce genre, l'érable à sucre est ordinairement l'espèce la plus abondante, et le hêtre suit.

Tilleul d'Amérique

Les constatations sont assez semblables à celles qui ont été faites pour le hêtre, mais les nombres sont généralement plus faibles.

Bouleau jaune

Les classes 0 et 1 ne sont représentées que dans trois compartiments (tableau 4), et les autres classes que dans un (exception faite de la classe 6). La régénération du bouleau jaune est faible par comparaison à celle de l'érable à sucre et du hêtre. La recherche effectuée sur cette espèce indique qu'elle a besoin d'un bon régime d'éclairement pour bien se reproduire dans un sous-étage (Godman et Krefting, 1960; Hatcher, 1966; Jarvis, 1957; Linteau, 1948; Winget, 1968; Winget et Kozlowski, 1965). Tous ces auteurs se joignent à Barret et al. (1962), Burton (1956), Roberge (1977), Tubbs et Metzger (1969), et Zillgitt et Eyre (1945) pour affirmer que la scarification du sol est également importante pour l'implantation du bouleau jaune. Dans la présente expérience, la coupe sélective a eu pour effet d'accroître l'éclairement, et les opérations de coupe ont donné lieu à une scarification partielle du sol. La rareté des bouleaux jaunes à l'étage dominant et chez les semis semble indiquer que la perturbation causée par les opérations de coupe sélective n'a pas été suffisante pour favoriser la régénération de cette espèce. Il est possible que la scarification du sol, seule, était insuffisante pour la régénération du bouleau jaune, car les opérations de coupe, qui n'avaient pas pour objectif principal la scarification, ont probablement été limitées sur les chemins de débusquage.

Autres espèces

Des semis d'érable rouge, de frêne noir, de frêne blanc, d'ostryer de Virginie et de sapin baumier de classe 0 étaient présents dans presque tous les compartiments (tableau 4). De la classe 0 à la classe 6, on constate que la densité des semis de ces espèces diminue de façon marquée et que leur présence devient de plus en plus rare. Un taux élevé de mortalité dans les années suivant l'implantation semble caractériser ces espèces par comparaison à l'érable à sucre. Les différents traitements ne semblent pas avoir eu d'effets différents sur l'implantation des semis d'érable rouge. La régénération du chêne rouge, du pin blanc, de l'épinette blanche, de l'orme d'Amérique et de la pruche du Canada est faible. Ces espèces sont également rares à l'étage dominant.

Selon Fowells (1965), la régénération de la plupart de ces espèces est difficile. L'érable rouge peut avoir un bon taux de germination, mais sa survie peut être très faible sur les substrats moins favorables. Le frêne blanc exige des conditions particulières: un plein éclairement solaire ainsi qu'un sol très humide et fertile. L'humidité du sol peut également être un facteur critique pour le chêne rouge, l'épinette blanche et la pruche du Canada. De plus, dans le cas de cette dernière, ses graines ont un très faible taux de germination. Pour une bonne survie, les semis de pin blanc ont besoin de lumière après leur établissement. En général, la méthode de la coupe sélective n'est pas propice à ces espèces.

SOMMAIRE ET CONCLUSIONS

- Un inventaire de la régénération a été effectué dans un peuplement feuillu tolérant à l'Institut forestier national de Petawawa. L'échantillonnage des semis établis (mesurant plus de 1,25 m de hauteur) a été effectué dans des sous-parcelles rectangulaires de 16 m^2, tandis que les semis mesurant moins de 1,25 m ont été échantillonnés dans trois subdivisions de 1 m^2 choisies au hasard à l'intérieur des sous-parcelles. Les huit compartiments délimités dans la zone d'étude ont été traités suivant trois critères différents à deux intensités pour chaque critère: volume résiduel (140 et 210 m^3/ha), diamètre maximal (40 et 50 cm) et rotation (5 et 10 ans).

- Dans le cas des petits semis (groupe de la régénération), aucun des critères de traitement n'a influé de façon significative sur leur abondance, mais des interactions significatives ont été observées. Les interactions du volume résiduel avec le diamètre maximal et de la rotation avec le diamètre maximal indiquent que les combinaisons suivantes sont préférables pour obtenir un nombre maximal de semis: 140-40-10 et 210-50-5. Le nombre de semis obtenus avec la première combinaison est toutefois un peu plus élevé.

- Dans le cas des plus grands semis, mesurant 1,25 à 3,75 cm de haut (groupe des semis établis), le volume résiduel et la rotation ont un effet significatif, mais les interactions en réduisent l'importance. Les interactions volume résiduel-rotation et volume résiduel-diamètre maximal indiquent qu'un nombre maximal de semis sera obtenu avec la combinaison 140-50-5.

- Seul le volume résiduel a eu un effet réel sur la distribution dans l'espace. Un repeuplement à 100 % n'a été obtenu que dans les compartiments où le volume avait été réduit à 140 m^3/ha.

- Les semis d'érable à sucre sont les plus abondants et sont présents dans presque tous les compartiments. Le hêtre est l'espèce qui se classe au deuxième rang. Les autres espèces sont moins fréquentes.

- Le nombre et la distribution des semis établis sont jugés suffisants pour le maintien du régime de la coupe sélective dans la gamme des traitements à l'étude. Exception faite de l'érable à sucre, du hêtre, du tilleul et du bouleau jaune, la plupart des espèces ne semblent pas bien répondre à la méthode de la coupe sélective.

REMERCIEMENTS

Je me dois de remercier C. Robinson et M. O'Connor qui m'ont aidé sur le terrain. Les conseils de D. MacLeod concernant l'analyse statistique des données m'ont également été d'une grande utilité.

RÉFÉRENCES

Barden, L.S. 1979. Tree replacement in small canopy gaps of a Tsuga canadensis forest in the southern Appalachians, Tennessee. Oecologia 44: 141-142.

Barrett, J.W.; Farnsworth, C.E.; Rutherford, W. 1962. Logging effects on regeneration and certain aspects of microclimate in northern hardwoods. J. For. 60: 630-639.

Berry, A.B. 1963. Developing an ideal growing stock for tolerant hardwoods in Central Ontario. For. Chron. 39: 467-476.

Berry, A.B. 1981. A study in single-tree selection for tolerant hardwoods. Environ. Can., Can. For. Serv., Petawawa Natl. For. Inst., Inf. Rep. PI-X-8.

Bray, W.L. 1956. Gap phase replacement in a maple-basswood forest. Ecology 37: 598-600.

Burton, D.H. 1956. Yellow birch regeneration. Sylva (Toronto) 12: 17-21.

Canadian Climate Program. 1982. Canadian climate normals 1951-1982. Vol. 2-3-4. Environ. Can., Atmospheric Environ. Serv.

Curtis, R.O.; Rushmore, F.M. 1958. Some effects of stand density and deer browsing on reproduction in an Adirondack hardwood stand. J. For. 56: 116-121.

Fowells, H.A. 1965. Silvics of forest trees of the United States. Agric. Handb. No. 271. US Dept. Agric., Washington, D.C. 762 p.

Godman, R.M.; Tubbs, C.H. 1973. Establishing even-aged northern hardwood regeneration by the shelterwood method - a preliminary guide. U.S. Dept. Agric., Forest Serv., North. Cent. For. Exp. Stn., Research Pap. NC-99.

Godman, R.M.; Krefting, L.W. 1969. Factors important to yellow birch establishment in Upper Michigan. Ecology 41: 18-28.

Hatcher, R.J. 1966. Yellow birch regeneration on scarified seedbeds under small canopy openings. For. Chron. 42: 350-358.

Hett, J.M.; Loucks, O.L. 1971. Sugar maple (Acer saccharum Marsh.) seedling mortality. J. Ecol. 59: 507-520.

Hills, G.A. 1952. The classification and evaluation of site for forestry. Ont. Dept. Lands and Forests, Div. Research, Research Rep. 24.

Hough, A.F. 1937. A study of natural reproduction in the beech-birch-maple-hemlock type. J. For. 35: 376-378.

Hough, A.F. 1953. Preliminary recommendations for the management of black cherry on the northern Allegheny plateau. J. For. 51: 184-188.

Jarvis, J.M. 1957. Cutting and seedbed preparation to regenerate yellow birch. Canada Dept. Northern Aff. and Nat. Res., For. Research Div., Tech. Note 53.

Kelty, M.J.; Nyland, R.D. 1981. Regenerating Adirondack northern hardwoods by shelterwood cutting and control of deer density. J. For. 79: 22-26.

Linteau, A. 1948. Factors affecting germination and early survival of yellow birch (Betula lutea Michx.) in Quebec. For. Chron. 24: 27-86.

McClenahen, J.R.; Hutnik, R.J. 1979. Effects of cutting intensity, deer browsing and liming on Allegheny hardwood tree regeneration. Can. J. For. Res. 9: 362-368.

Metzger, F.T.; Tubbs, C.H. 1971. The influence on cutting method on regeneration of second growth northern hardwoods. J. For. 69: 559-564.

Richards, N.A.; Farnsworth, C.E. 1971. Effects of cutting level on regeneration of northern hardwoods protected from deer. J. For. 69: 230-233.

Roberge, M.R. 1977. Influence of cutting methods on natural and artificial regeneration of yellow birch in Quebec northern hardwoods. Can. J. For. Res. 7: 175-182.

Rowe, J.S. 1972. Forest regions of Canada. Dep. Environ., Can. For. Serv. Publ. 1300.

Tubbs, C.H.; Metzger, F.T. 1969. Regeneration of northern hardwoods under shelterwood cutting. For. Chron. 45: 333-337.

Winget, C.H. 1968. Species composition and development of second-growth hardwood stands in Quebec. For. Chron. 44: 31-35.

Winget, C.H., Kozlowski, T.T. 1965. Yellow birch germination and seedling growth. Forest Sci. 11: 386-392.

Zillgitt, W.M.; Eyre, F.H. 1945. Perpetuation of yellow birch in Lake States Forests. J. For. 43: 658-661.